



TITLE:

タイ国バンコク平原のかんがい排水について

AUTHOR(S):

富士岡, 義一; 海田, 能宏

CITATION:

富士岡, 義一 ...[et al]. タイ国バンコク平原のかんがい排水について. 東南アジア研究 1967, 5(3): 572-600

ISSUE DATE:

1967-12

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/55422>

RIGHT:

タイ国バンコク平原のかんがい排水について

富士岡 義一・海田 能宏

Irrigation and drainage in the Bangkok Plain

by

Yoshikazu FUJIOKA and Yoshihiro KAIDA

まえがき

タイ国のかんがい排水事業の概要については先に報告したので¹⁾、本報では Bangkok 平原²⁾の水の存在形態と水利用方式の特徴との関係を中心にかんがい排水の状況を紹介します、若干の考察を加えることにします。

かんがい排水による農業開発を行なおうとする場合、自然の条件を最大限に有効利用できるような方式を採用すべきであり、その方式を探るために多くの努力をかたむけなくてはならない。一般に発展途上国のかんがい排水技術は一見遅れているようにみえるけれども、詳細に検討してみると、その国の経済力、技術水準に応じた長い経験から作りだしたその国その地方の自然的条件に適合していて安定した技術である場合が多いのに驚く。したがって、われわれがかんがい排水について論じるとき、その国あるいはその地方の自然的条件を十分調査認識してかからなければならないということである。さらに新しいかんがい排水計画をたてる場合には理想的な開発計画というべきマスター・プランをいちおうたてて、その国の現在あるいは近い将来の経済水準、技術水準に適合させうる面あるいは部分から着手し、最終的には理想案に到達するよう事業を推進するのが良策ではなかろうかと考えられる。以上のような趣旨において Bangkok 平原の自然環境、かんがい排水開発方式について考えてみたい。

一口に Bangkok 平原といってもその北半部 (Nakhon Sawan から Ayutthaya の線まで) と南半部 (Ayutthaya 以南) では主として地形勾配から水のあり方が大いに異なり、それとともに水利用の方式が異なっている。北半部地域では自然取入れ型、南半部地域では比較的小

1) 富士岡義一「タイ国のかんがい排水事業と今後の課題」『東南アジア研究』第4巻第2号(京都: 東南アジア研究センター, 1966), pp. 313~326.

2) Bangkok 平原とはここでは中央平原のうち Nakhon Sawan 以南、タイ湾に至るまでの Chao Phraya 河直接流域を指すものとする。Maeklong, Prachin 河流域を含まない。R. L. Pendleton によるタイの地域分類 IA (Bangkok Plain) よりもやや狭い地域である。

面積の単位に区切って水をコントロールする型（輪中方式，しかも排水に重点がおかれる排水型）ということができる。以下にかんがい事業あるいはかんがい方式の二，三を例示して，これを地形，水のあり方との関連からしらべてみよう。

I Bangkok 平原の自然環境概観

1. 地 勢・地 形

Bangkok 平原は Chao Phraya, Maeklong, Prachin の 3 河川による複合沖積地であり，その主要部分の地勢はまったく低平である。南北方向の地形勾配をみると表 1 のとおりである。

Ayutthaya 付近から上流では縦断勾配はほぼ $1/7,000$ であるが，下流 Bangkok 付近に至ると $1/25,000$ 程度となり，感潮する河川や水路の水面勾配は数万分の 1 となる場合もある非常な緩勾配である。

次に横断方向（東西方向）の地形断面をみると，一般に自然河川の流路は比較的高位部にあり，河川の後背低地を経て，河川と河川の中間部の広大な平地につながるという断面をもっている。平均勾配は約 $1/5,000 \sim 1/6,000$ である。

Bangkok 平原の周縁部は帯状の山麓地帯で基岩の露頭，石灰岩の残丘地形がみられる。

2. 自然河川・人工水路

自然の河川と人工の水路網（主要な人工水路は自然河川の流路を改修して利用している場合が多い）が縦横にからみ合い，この地域の river-channel システムは非常に複雑である。北部山地に源を発する西から Ping, Wang, Yom, Nan の 4 河川は Nakhon Sawan の上流付近で 1 本に合流して Chao Phraya 河となり，Bangkok 平原を南流してタイ湾に流入する。しかし，高水時期には河川の縦断勾配が緩であるために全流量を本流だけでは流下しきれず，多くの分流を派出している。これらの河川は右岸側に西から Suphan と Noi 河，左岸側に Lopburi 河，Ban Kao, Ban Kum 水路である。また Khorat 高原西縁地域を集水域とする Pasak 河が Ayutthaya 付近で Chao Phraya 河に合流している。以上のうち，Suphan 河を除く他のすべての分流派川は Ayutthaya 付近で Chao Phraya 河に再び合流し，この地域は一大低湿地となっている。これらの河川，水路網を図 1 に，主要河川の特徴を表 2 に整理して示す。³⁾

表 1 Bangkok 平原の地形勾配

	河口からの距離	標高*	平均地形勾配
Bangkok	32km	1.8m	$1/25,000$
Ayutthaya	100	3.9	$1/10,000$
Chainat	180	10.0	$1/7,000$
Nakhon Sawan	240	23.1	平均 $1/10,000$

* タイ湾の平均潮位を標高ゼロとする。

出所：RID, *The Greater Chao Phraya Project* (Bangkok: RID, 1957), pp. 3~4.

3) Bangkok 平原の水系については，RID, *The Greater Chao Phraya Project* (Bangkok: RID, 1957), pp. 3~4 にくわしい。

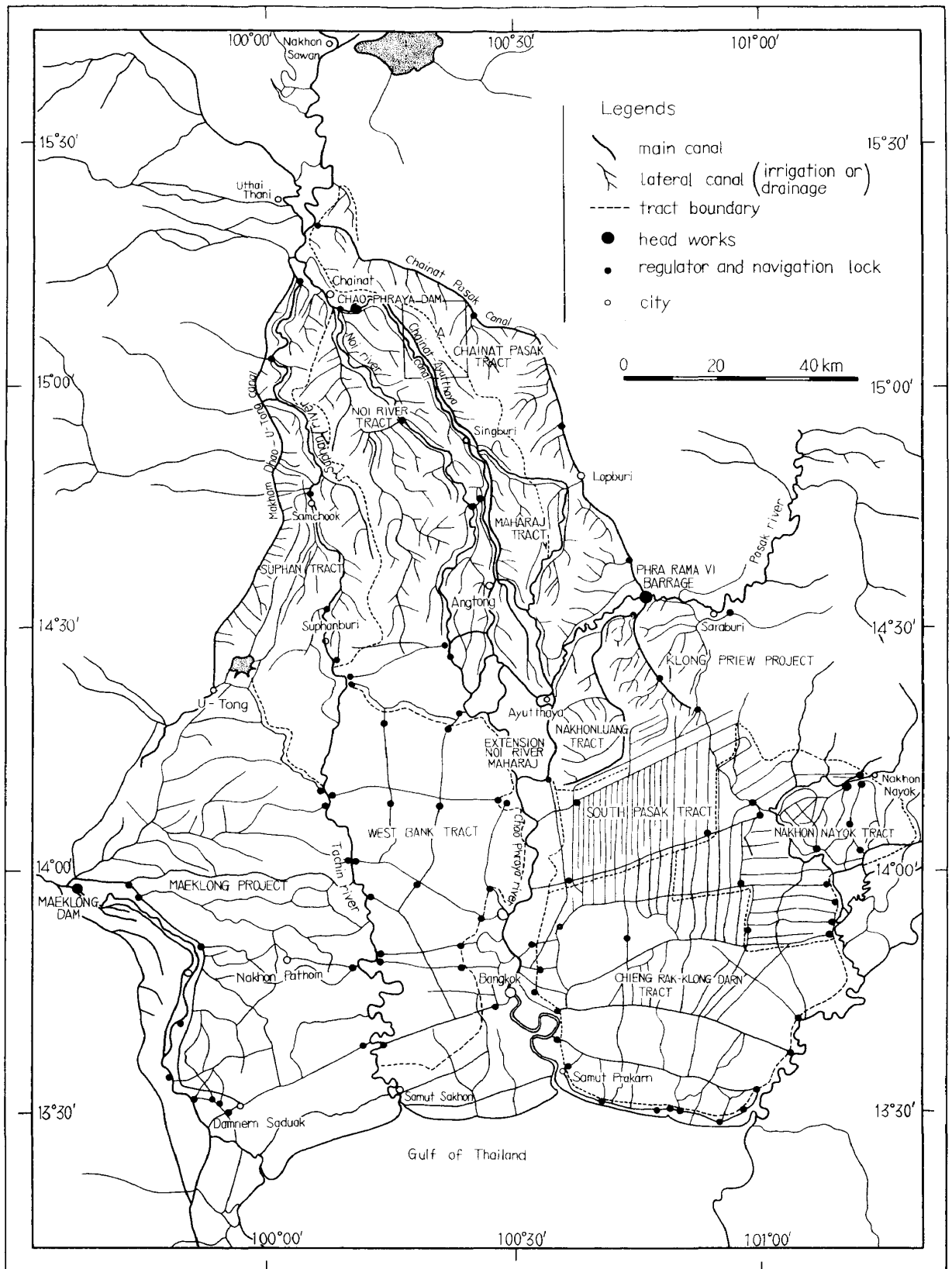


図1 Bangkok 平原の水系, 用水路網の概要
原図: RID (Operation & Maintenance Div.)

表 2 分 流 派 川 の 特 徴

分 流 河 川 名	河 川 の 特 徴
右 岸	
Suphan	Nakhon Sawan の下流 80km で、Chao Phraya 河の水位が渇水面上 3.5 m 以上になってはじめて分流する。南流してタイ湾に流入する。Suphan River Tract の幹線水路として利用されている。
Noi	Nakhon Sawan の下流 90km で、Chao Phraya 河の水位が渇水面上 2.5 m 以上になってはじめて分流する。Noi River Tract の幹線水路。
Klong Kradhum-prong	Chao Phraya と Noi 河を連絡する深い水路で Noi Tract への主要な導水路。
左岸	
Lopburi	Lopburi へと東流する部分は約200年前に掘削された運河。
(Bang Pudsa)	今もなお河川の高水時には多量の水を Lopburi 河へ供給している。
Ban Kao, Ban Kum	Maharaj の南側で分流し、Bang Pudsa 水路への導水路となっている。

Ayutthaya 以南の下流域の水路網は主として 19世紀後半に始まった農地開発に伴って掘削されてきたものであって、Suphan (Nakhon Chaisi), Chao Phraya, Prachin 河はこれらの水路網で縦横に連絡され、そのシステムは複雑である。(図 1 には1964年現在の水路網を示した。)水路勾配が非常にゆるやかであるこれらの水路に数多くの閘門 (regulator) を設けて用排水兼用水路として利用する一方、これらは重要な交通路でもある。また乾季作のためのかんがい用水源の貯水池としての機能をも持っている。

ところで1957年に Chainat 地点に Chao Phraya 本流をせきとめる頭首工が完成し、Greater Chao Phraya 計画をいちおう達成し、とくに1964年に至って Ping 河に Bhumiphol ダム (貯水量122億 m^3) が完工して以来、河川網、水路網の流量特性に大きな変化が生じてきた。河川 (水路) 網は図 1 に掲げたとおりであるし、Chainat 地点における本川流量は流量がコントロールされなかったときには雨季に 5,000~7,000 m^3/sec , 乾季に 20 m^3/sec 前後であったのが現在ではそれぞれ 2,300~3,500 m^3/sec , 40~80 m^3/sec とある程度調整されるようになってきた。また現在建設準備中で1972年を完工予定年としている Nan 河の Phasom ダムが完成すると Bhumiphol ダムとあわせて Chainat 以北の Chao Phraya 河流域面積の33%をコントロールできることになり、河川流量は年間を通じていっそう安定してくることになる。

II Bangkok 平原のかんがい排水開発⁴⁾

タイの平野部では古くから河川の自然氾濫にゆだねる稲作がデルタの上流域 (Upper delta

4) 本章の記述に友杉孝氏の次の論文からしばしば引用させていただいた。友杉孝「Chao Phraya デルタのかんがい排水開発の歴史的発展過程」『東南アジア研究』第3巻第4号 (京都：東南アジア研究センター, 1966), pp. 147~156.

と呼ばれている)を中心に広く営まれ、何世紀間も変わらぬ栽培技術体系をもって、低いながらもいちおう安定した姿を保ってきた。19世紀後半、欧州列強に対して鎖国を解き開港したタイ国は、近隣の欧州各国の植民地への米の供給国としてのぞむことになり、外部から強いられる形で米の増産を必要とするに至った。ここに19世紀後半から20世紀の始めにかけて空前の開墾時代が出現した。農業技術の成熟していないタイ国は増産を反収増加ではなく耕地の拡大によって達成しようとしたわけであった。開墾はとくに Bangkok 平原の下流域の低湿地帯に伸び、そこでは水路を縦横に掘削して用水路とするとともに排水の便をも兼ね、水路を掘削した土でもって輪中堤を築き、水のコントロールをはかるという開発方式がとられた。この時代に開発された代表的な地域に Rangsit, West Bank Tract の一部, Suphan 河下流部 (Nakhon Chaisi) の Damnern Saduak 地区などがある。

一方, Bangkok 平原北半部地域では前述の横断方向の地形断面に応じた雨季湛水深の深淺, 年々の洪水量の変動による湛水深の深淺, 雨季の始期ならびに終期のずれによる湛水期間の長短によって稲作は安定を欠いていた。これに対処するために、河川沿いあるいは平原周辺部の高標高で湛水深の浅く、湛水期間の短い地域には short life rice (120日), 河川と河川との間あるいは後背低地のような低標高の地域には long life rice (180日) または floating rice, 中間の地域には medium life rice (150日)を栽培するのが一般的な稲作のパターンであった。しかしとくに short life rice の栽培されていた地域では湛水期間の年変動が著しく、これがために年々の米生産高の変動は大きいものであった。Chao Phraya 計画の実施される以前の稲作の不安定であったことは表3からも明らかである。

表3の統計をとった期間(1937~1941)はそれでも気象条件がいちおう正常な年であったの

表3 タイの稲作の被害状況(1)

	1937	1938	1939	1940	1941	Average
Total area	(4.05) 100%	(4.15) 100%	(4.31) 100%	(4.40) 100%	(4.50) 100%	(4.28 mill.ha) 100%
Total cultivated	82.4	84.4	80.4	86.4	88.1	84.5
Damage in beginning of season	17.6	15.2	19.6	13.6	11.9	15.5
Damage in midst of season	12.7	10.9	11.4	15.1	8.7	11.7
Total area damaged	30.3	26.1	31.0	28.8	20.6	27.2
Area damaged in % of cultivated area	12.7	10.9	11.4	15.1	8.7	11.7
Area harvested in % of total area	69.7	73.9	69.0	71.3	79.4	72.8
Area harvested in % of cultivated area	87.3	89.1	88.6	84.9	91.3	88.3

出所: RID, *The Greater Chao Phraya Project* (Bangkok: RID, 1957), p. 9.

だが、気象ならびに洪水の特に異常な年の被害状況は表4のとおりとなる。

耕地が拡大されるにつれて農業用水の利用が次第にむずかしくなり、また海岸に近い地域では塩害という新しい問題も生じてきた。そこで政府は農業生産を安定させるために新しくかんがい計画をたてることにし、1902年オランダ人技師 van der Heide を招聘して彼を初代長官とする水路局 (Department of Canals) を新設した。van der Heide による Bangkok 平原のかんがい計画は、(1)既存の運河（水路の総称

とする）を修復し、水門を設けるなどの改良を行なうこと、(2) Bangkok 平原の頂点にあたる Chainat 地点に頭首工を建設し、これを基軸として平原全域にわたる用水路網を建設すること、に要約される。すなわち彼の計画は戦後に実施された Greater Chao Phraya 計画の基本構想をすでに1902年の時点で提示していたわけである。この計画に対していろいろの角度から検討が加えられたが、結局は実現されなかった。これが実施にうつされなかったことは当時のタイ経済の発展段階から見ても、タイをめぐる国際環境から見てもそれは当然のようである。

しかし、1911～13年に旱魃による被害がつづき政府もこれを放置しておくことはできなかった。再び外国人技師を招いて新しいかんがい計画をたてることになった。この任にあたったのがイギリス人 Sir Thomas Ward である。彼は Bangkok 平原全域をカバーする計画を考慮しながらも、そのような大計画はタイの国力に合わないとして、いくつかの比較的小規模な計画を政府に提案した。この提案にもとづいて1916年から South Pasak Project が実施され、さらに20年代に Suphan Project, Chiengrak—Klong Darn Project, Phasi Charoen—Damnern Saduak Project が実施にうつされた。しかし、これらの工事の進行は資金事情により遅々たるものであり、事業の急速な進展は第二次世界大戦後に待たなければならなかった。1949年までに完成されたプロジェクトのうち Bangkok 平原 (Central Plain section) に関係するものを表5に挙げた。

第二次世界大戦が終わってタイをめぐる国際環境は一変した。戦後の食糧不足にみまわれた各国がタイ米の輸入に頼ろうとしたためにタイ米の需要増はいちじるしいものであった。Bangkok 平原の米生産の増大の可能性を国際的機関で検討することにし、例えば1948年にFAO 使節団がタイを訪れ、現地調査にもとづいて農業生産拡大の方策について勧告を行なっている。この勧告において農業生産の基盤である土地基盤の整備（かんがい排水）に関しても多くのすぐれた見解が述べられている。これらはその当時までのタイ国のかんがい排水の技術

表 4 タイの稲作の被害状況 (2)

		Percentage of area damaged to area cultivated
1917	high flood	21.0
1919	extreme drought	43.4
1929	moderate drought	19.5
1939*	severe drought	31.7
1942	highest flood	34.3

* 1939年の統計値は表3と一致しない。原資料の不備であろう。

出所：RID, *The Greater Chao Phraya Project* (Bangkok: RID, 1957).

あるいは事業の種々の欠点をあきらかにし、それらの改善策の検討をしており、またこれらの勧告内容にしたがってタイ政府は農業生産拡大のための施策をつぎつぎに実行中であることからみても FAO の勧告は貴重なものであった。⁵⁾

この勧告の中で強調された Chao Phraya 計画に対して1950年に世界銀行が1,800万ドルの借款を与え、工事は1952年から実施され1957年にいちおうの完成をみた。幹線・支線用水路の建設につづいて各圃場区画に導水する小水路の工事 (Ditches and Dikes Project) に着手し、つづいて Yanhee Project が実施にうつされた。以下の章でこれらの諸事業についてデルタの水のあり方と開発方式を対比させつつ、技術的な面を検討してみることにする。

- 5) FAO/UN, *Report of the FAO Mission for Siam* (Washington, 1948), pp. 49~64. 勧告の対象は農業全般にわたっているのであるが、ここにはそのうちかんがい排水に関連する主なものを抜きだしてみる。

勧告20：水関係法律 (water law) の確立をはかること。この種の立法によって水利権に対する認識を深め、国家的な見地から水の有効利用を調整する必要があること。

勧告21：かんがい排水事業に対する受益農民の経費負担義務の原則。

勧告22：新しくつくられるかんがい排水事業では個々の圃場単位またはある大きさの圃場集団単位に直接配水できるように計画すること。さらに、既に完成した事業についてもこの見地からの再検討が必要であること。

勧告23：RID の Survey Division に Hydrology Section を設けて流量、降雨量資料を充実させ、また地下水調査を推進させること。

勧告24：Survey Division に土壌専門家および農業経済学専門家を配して新事業の計画の初期段階に参画させること。土壌図を作成し、土地利用計画をたてること。土地利用計画にはフィジカルな面のみならず社会、経済的な考慮を加えること。

勧告25：RID のスタッフに土質力学関係の技術者または地質学者を加えること。

勧告26：細部計画の段階では土地所有図の作成が必要であること。

勧告27：頭首工その他の構造物、施設の工事について、工事着手前に必要な工事設計を完了しておくこと。

勧告28：航空写真地図作成の必要性。

勧告29：かんがい事業の受益範囲ならびに水路断面などの設計は(a)取水可能量 (地表水、貯留水、地下水、降雨を含む) (b)期別必要水量の二つに基づいて決定すること。

勧告30：水稲および主要畑作物の用水量決定の重要性。種々のかんがい方法ごとのかんがい効率を決定すること。

勧告31：下流域 (海岸地帯) での揚水かんがいの必要性。同時に土壌塩類除去に対する洗浄と排水の効果の試験の必要なこと。

勧告32：Chao Phraya 計画の詳細な調査を完了させること。中央平原のかんがいのための Chao Phraya 河のもっとも有効な利用は、Chao Phraya Project の実施にまつところが多い。

勧告33：かんがい方法、技術修得のための農民教育の必要性。

勧告34：東北部地方に多くの小規模な貯水池 (tank) を築造することが必要であること。

勧告35：低地における deep-water rice (floating rice) の栽培はひきつづき行なわれるべきこと。水の効果的なコントロールによって増収の可能性がある。

勧告36：用水の水路損失に関する研究の必要であること。

勧告37：コンクリートに対するもっとも厳重な管理の必要であること。

勧告38：資金規模を大きくし、またもっと集中的に投資を行なうことにより、かんがい排水事業の工事をできるだけ早急に完成させること。

表 5 1949年までに完成したかんがい排水事業

	Types of water control system	Area in hectares
Central Plain section (Chao Phraya River basin)		
1. Suphan Project		
a. Makamdhao Regulator	I + D	12,000
b. Samchook Regulator	I + D	46,000
c. Phophraya Regulator	I + D + F	49,900
Sub-total		107,000
2. South Pasak Project	I + D	108,700
3. Phasi Charoen—		
Damnern Saduak Project	C	21,920
(Damnern Saduak Division)		
4. Chiengrak—Klong Darn Project	I + D + C	216,500
Total		455,020
I : Irrigation 出所 : RID, <i>The Greater Chao Phraya Project</i> D : Drainage (Bangkok: RID, 1957). F : Flood control C : Conservation		

III Greater Chao Phraya Project⁶⁾

この事業は Chainat に頭首工をもうけ、両岸から取水して下流域 994,400ha にかんがいし、また主な河川間の低地の排水をもはかるためのものである。その受益地域はほとんど水田として開かれている自作農地帯であるが、近年国民の消費パターンの変化が農民層に及んできて現金収入の必要が高まってきたこと、輸出農産物としてとうもろこしなどの畑作物の需要が大きくなってきたことから、乾季にほとんど利用されていなかった平原を水稻二期作あるいは乾季畑作地帯にしようという計画が進められており、したがってこのプロジェクトには雨季および乾季の双方のかんがい計画が含まれている。

まず、かんがい条件の不安定なことに起因する過去の農作物被害を検討し、いかなるかんがい方式がこの地域に適するかを計画にあたって考慮しなければならない。この地域は前述のように、

- (1) 平原上流部地域河川沿いのやや高標高の地域
- (2) 平原上流部地域の河川と河川との間の低湿地域
- (3) Ayutthaya 以南または海岸から 60km 以内の広大なまったく低平な地域

6) RID が Greater Chao Phraya Project の概要および Chainat 頭首工の工事譜ともいうべき次の文献を出版している。RID, *The Greater Chao Phraya Project* (Bangkok: RID, 1957).

に分けられる。(1)の地域では雨季後半の増水期以外はほとんど天水に頼るほかはない。(2)の地域では4月後半～5月には降雨を頼りに耕起と播種を終えなければならない。なぜならば6月に入って湛水深が深くなる時期には水稻の草丈がある程度以上になっていなければならないからである。7月以降は自然の氾濫・湛水によって稲の生長がつづく。(3)の地域では8月ごろまでは降雨に、以降は自然の湛水にまつ耕作が行なわれる。したがって、不安定な水の条件による生育被害を要約すると、

(i) 4, 5月に降雨が少ない年には耕起, 播種期の用水を欠く。

(ii) 6月の台風に伴う降雨による河川水位上昇・氾濫は幼作物に浸水被害を与える。

(iii) 7月下旬～8月上旬の無降雨時期の用水不足。

(iv) 8月以降, 氾濫湛水深の適当な年には順調な生育が保証されるが, 湛水深が深すぎるか湛水期間が長すぎるか, またはその逆の年には収量に重大な影響が及ぶ。実際, 過去117年のうち, 氾濫・湛水の順調な年は64年にすぎなかった。

また乾季には下流部地域の低平地の一部を除き農業用水の利用はまったく困難であった。

以上のことを念頭に頭首工取水方式にするかどうか, 地域の tract 分割をいかにするかなどが地形的・工法的に検討された。その結果, Chainat に頭首工⁷⁾を建設し, Bangkok 平原全域のかんがい用水をすべてこの地点で取水して用水路網で導水する基本方針がうちだされた。そして, 地形, 水系の差異からこの地域を Ayutthaya 以北と以南の2地域に大きく分け, 北半部地域については頭首工—幹線水路—支線水路—圃場と水路方式による自然勾配を利用したかんがい排水方式をとり, 南半部地域については土地を比較的小さな単位に分割する輪中, 用排水兼用の運河, クリーク網によるかんがい排水方式をとるように計画された。これらは過去の長い間の経験から生まれたかんがい排水の方式と基本的には一致しており, この事業は近代的な土木技術を駆使して古い施設などを改善し, 変更し, 規模を拡大して目的を急速に達成しようとするものと言える。頭首工取水方式をとることに決定した理由として次のことが挙げられる。すなわち, もし頭首工取水によらない場合, 取水時期を早めるためには各分流水路を深くしゅんせつする必要がある上, 受益範囲, 受益期間も制限されてくること, 分流水路をしゅんせつすると水路勾配がますます緩となり silt up の弊害が大きくなることである。結局, 全計画地域を図1に示したような水路網でかんがいすることに決定し, 表6の tracts に分割して工事を進めることになった。図1からわかるように, 幹線水路として前述の自然の分流河川をできるだけ利用しており⁸⁾, また新設水路が自然河川, 既設の人工水路を横断しなくてすむ

7) Chainat 頭首工については上掲文献にくわしい。頭首工の諸元については富士岡義一(1966)に記した。

8) 幹線用水路は西から, Makamdhao—U-Tong canal (西側の高位部を走る人工水路), Suphan River (自然河川を改修), Noi River (同前), Chainat—Ayutthaya canal (Chao Phraya 本川のコントロールは困難であるので本川の左岸側に沿って人工水路をつくった), Chainat—Pasak canal (東側の高位部を走る人工水路), Raphipatana canal (Pasak 河から取水)の6本である。

ような tract 分割を考慮している。tract の境界は多くの場合低地帯 (depression) である。将来排水計画が進展してくると境界部分が排水路となり全部の tracts が有機的なつながりを持っていくであろう。

Ayutthaya 以南の低平地では既存の運河を修復すること、多くの閘門 (regulator) を設けて水路水位を調節すること、運河の分布密度を大きくすること、Chao Phraya 河以東の海岸線の堤防を強固にして塩害を防止することに重点が置かれた。(図 1)

表 6 Chao Phraya 計画における tracts

Upper area of the Bangkok Plain	Irrigable area in ha
<i>Right bank on Suphan River</i>	
1 Makamdhao	14,775 ha
2 Ban The Bote	21,763
3 Samchook	46,880
4 Samchook (extended)	19,637
5 Phophraya	49,920
<i>on Noi River</i>	
6 Boromdhat	58,394
7 Chanasutr	73,302
8 Yang Manee	33,651
9 Bhak Hai	29,628
<i>Left bank on Chainat—Pasak canal</i>	
10 Manorom	30,724
11 Chongkae	36,195
12 Coke Kathiem	32,875
13 Roeng Rang	24,132
<i>on Maharaj canal</i>	
14 Maharaj	67,139
15 Nakhon Luang	34,290
Lower area of the Bangkok Plain	
1 Tha Luang	36,128
2 North Rangsit	72,672
3 South Rangsit	90,560
4 Klong Darn	84,000
5 Pra Ong Chaiya	81,600
<i>Right bank</i>	
6 West Bank	129,920
7 Bang Yang	92,872
Total	1,161,100

出所：RID, *Ditches and Dikes Project additional information to be included in the Revised Project Report submitted on Aug. 7, 1961* (Bangkok: RID, 1961).

1. 上流部地域 (Bangkok 平原北半部) のかんがい排水—Ditches and Dikes Project について—

Bangkok 平原上流部地域のかんがい方式は Chao Phraya 計画の完成当時でも, Chainat 頭首工から取水した用水を幹線水路・支線水路を通じてそのまま圃場へ氾濫・湛水させるというものであった。支線水路といってもその間隔は 2~5km もあり, このようなかんがい方式で用水を完全にコントロールできるはずはなく, 莫大な費用を投じた主幹かんがい施設はその機能を十分に発揮することができなかった。この事態に対する反省から, 1948年当時 FAO 使節団の勧告事項の一つ “新しくつくられるかんがい排水事業では個々の圃場単位またはある大きさの圃場集団単位に直接配水できるように計画されなければならない。さらに, 完成している事業についてもこの観点からの再検討が必要である。” が検討され, 1962年に Ditches and Dikes Act B.E. 2505 を制定して, Ditches and Dikes Project の実施にとりかかった。⁹⁾

Ditches and Dikes システムの概要は以下のようなものである。ditch (小用水路)は図2にその例を示したように, 間隔 400m, 長さ 1,000~4,000m であり, turnout gate を通して支線水路から取水し, だいたい最大傾斜方向に伸び(図3), 最低位部で排水路に連なる。ditch の断面は支配面積と長さに応じて図4のように各種の大きさをもっている。dike は畦畔に相当するものであって, 湛水深を 30cm 程度以下に保つことのできる適当な高さで間隔をもっていればよいわけである。なお, 計画では間断かんがいを考えており, 例えば単位用水量 7mm/day として6日間断で一度に 42mm の用水を供給するがごときである。このため図5に示すように turnout gate, parshall flume (量水装置), division box (簡単な分水装置), small farm ditch (farmer's ditch と呼ばれている), dike (畦畔)を設置して完全な圃場整備を行なうよう計画している。

この事業の進捗状況をみると表7の左欄のとおりで, 現在大部分の工事を完了し, 1968年末

9) Ditches and Dikes Act, B.E. 2505 (1962) の主な内容のうち農民への規制に関する部分は以下のとおりである。

(1) 湛水深を 20-30cm に保つことができるように適当な間隔に dike (畦畔, アゼに相当)をつくらなければならない。この dike は main ditch, lateral ditch が RID の直轄工事で完成した後2年以内につくらなければならない。もしこの義務を怠る場合にはその工事を RID が代行し, その経費を徴収する。

(2) 同じく2年以内に small farm ditch をつくらなければならない。この義務を怠る場合にはその工事を RID が代行し, その経費を徴収する。

(3) regulator その他の water controlling devices については RID がその建設の任を負い, その費用を土地所有者に賦す。

(4) 維持管理は土地所有者, 耕作者(実際に水を利用する者)の責任で行ない, もしその任を怠る場合には RID が代行し, その経費を徴収する。

(5) 罰則など。

しかし実際には, これらの規則はずっとゆるやかとなっており, ほとんどの工事は RID の直轄となっている。実際, 2年間で農民が dike および small farm ditch をつくるのは無理というもので, Act B.E. 2505 に規制するとおりに工事が進捗したのはごく一部の例外的地域のみであろう。

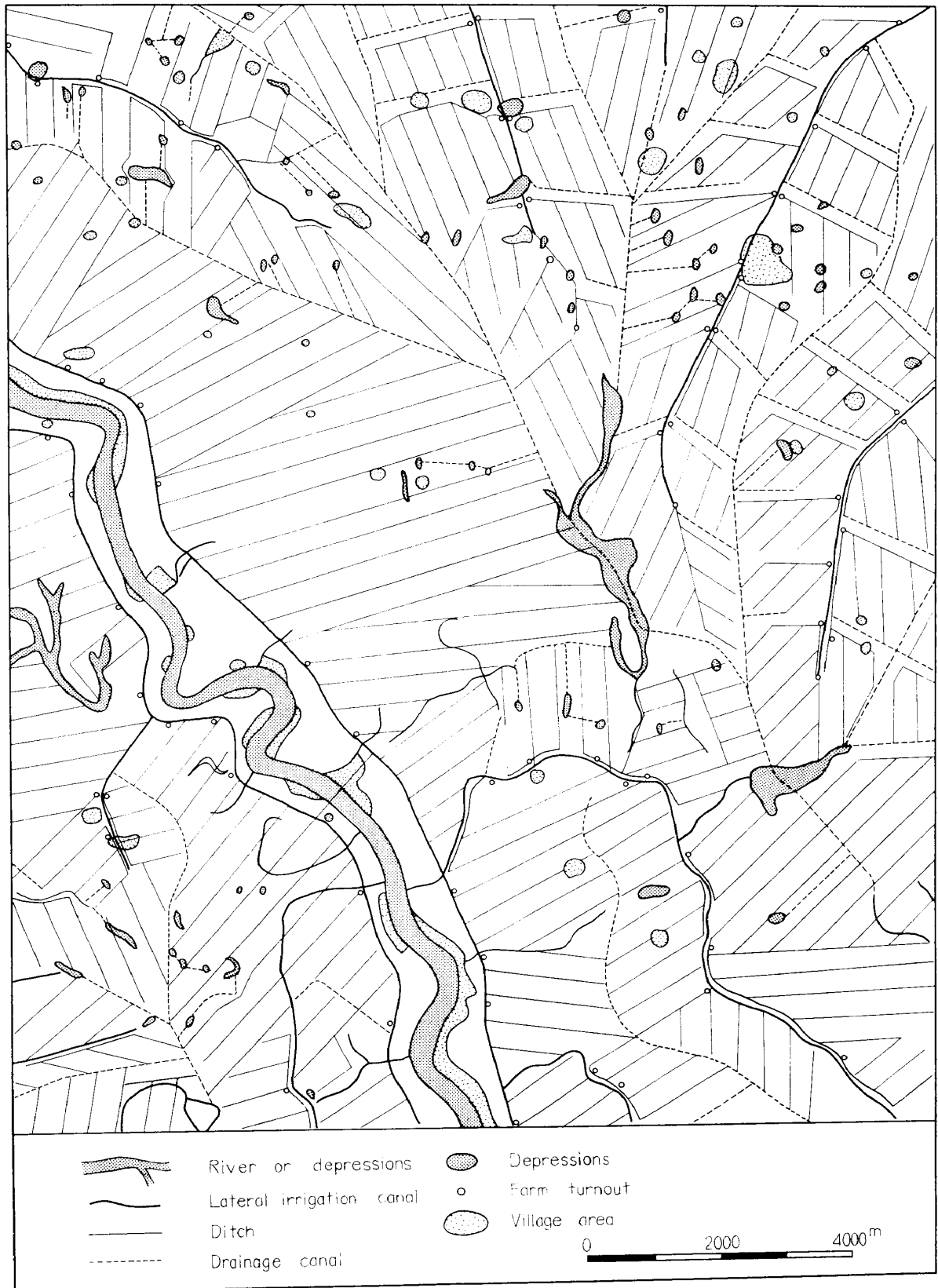


図2 Ditches and Dikes システムのレイアウト
原図：RID (Operation & Maintenance Div.)

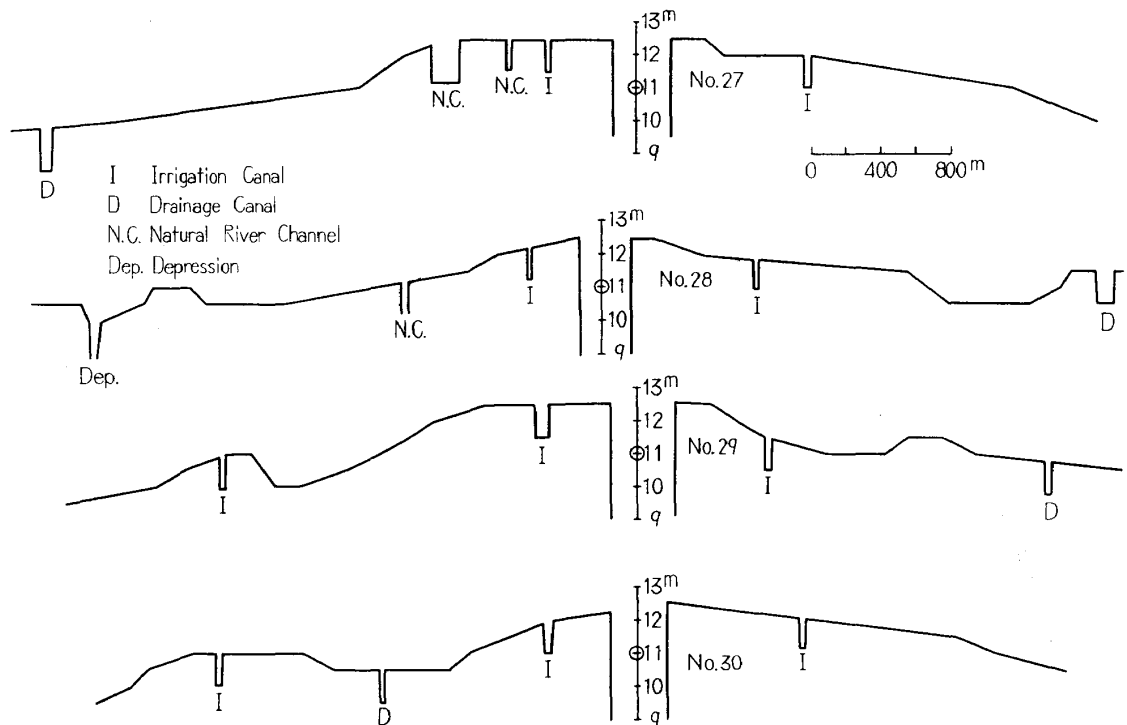


図3 Ditch 路線 縦断 図

までに全計画地域をカバーできている。ただし、これは RID 直轄工事で行なう main ditch と lateral ditch についてのみである。small farm ditch (farmer's ditch) 建設の進行が遅れている現在では、かんがい水を main, lateral ditch から直接に圃場へ氾濫させる以外に、プロジェクト施工前の支線水路間隔 2~5m が ditch の間隔 400m に変化しただけだとも言えるが、雨季の水稲作に対しては十分の効果をもつものと考えられ、稲作安定化に貢献するところが大きい。

ところで1964年 Bhumiphol ダムが完成したことにより乾季の流量をある程度確保できるようになり、水稲二期作、乾季畑作の可能性が強くなってきた。ditch については当然この事態を予測して設計、施工されてきたはずであるが、乾季作のための大規模なかんがい組織に対する経験がないためかどうか、ditch はどうみても雨季にしか機能できないようにできている。すなわち、幹・支線水路、main ditch の流量・水位が雨季と乾季で大きく異なることを考慮しておらず、現在の自然流下方式の水路では ditch に水が乗らないような位置に turnout gate が設けられている場合が多く見受けられる。現在のかんがい組織を利用して乾季のかんがいの用に供するためには数多くの check weir (セキ) をもうけて水位調節をし、あるいは末端段階でポンプ利用による揚水かんがいを行ない、あるいは ditch の路線を変更するなど多くの改良策をこうじなければならない。畑地のかんがいには水田かんがいのような氾濫かんがいを適用することは無論できず、また水量にそれだけの余裕はない。したがって水路方式に

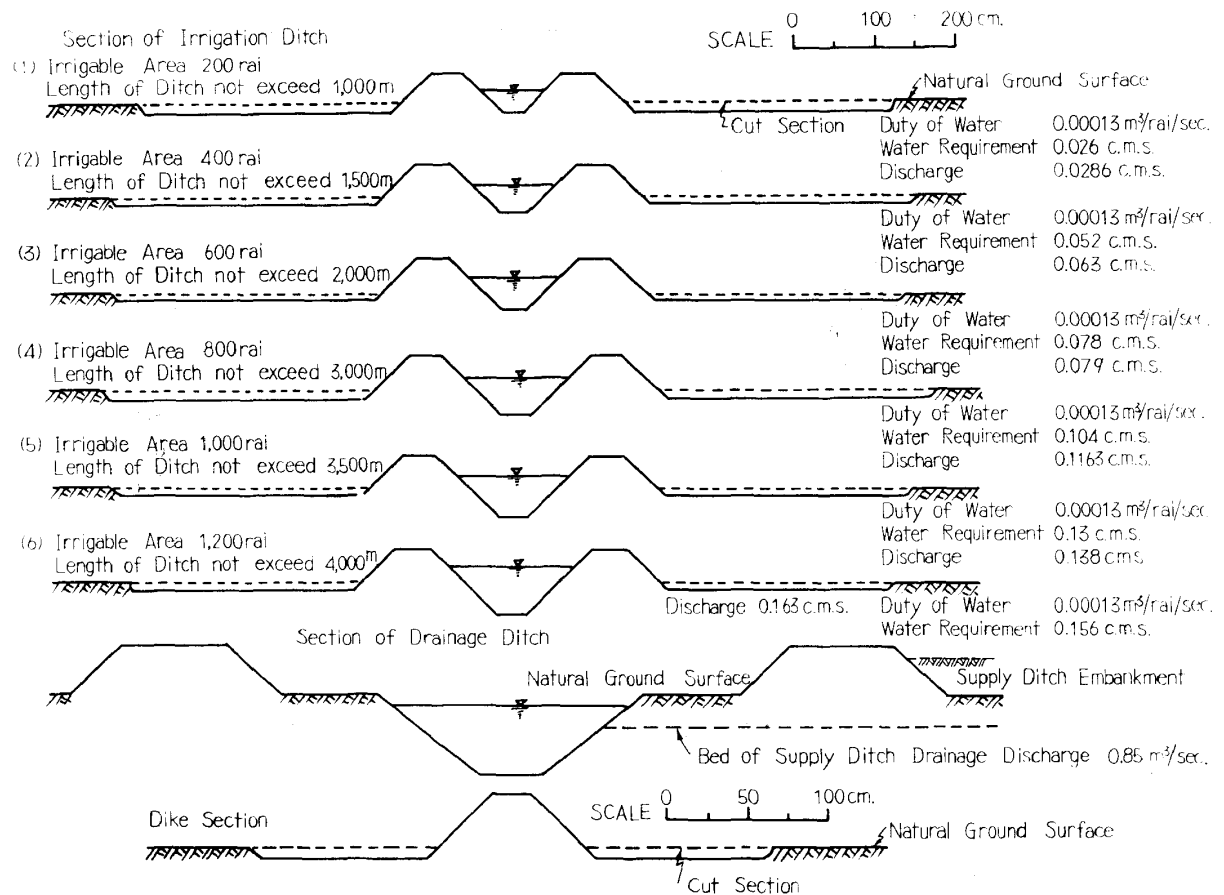


図4 各階級の Ditch 断面および流量

原図：RID, *Ditches and Dikes Project additional information to be included in the Revised Project Report submitted on Aug. 7, 1961* (Bangkok: RID, 1961).

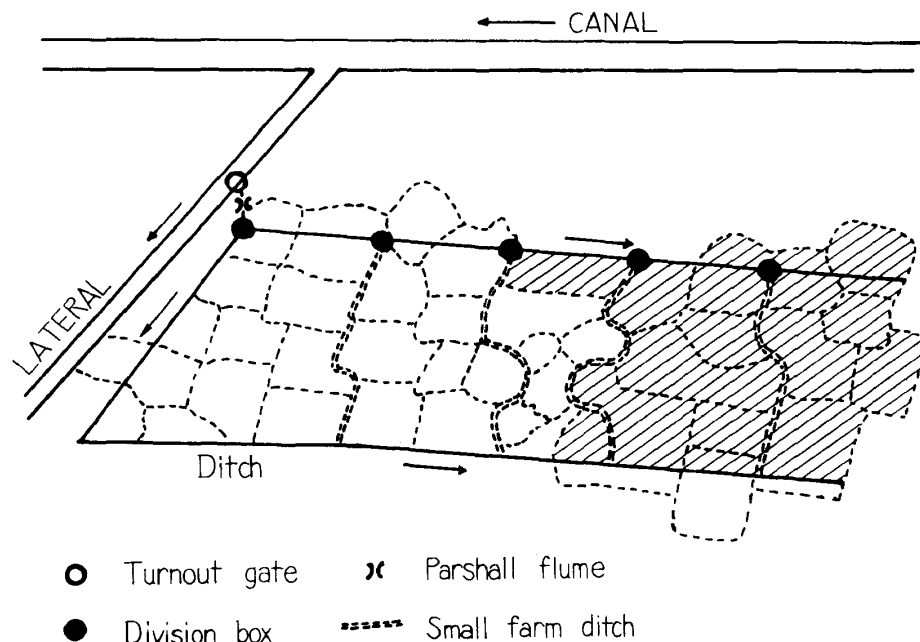


図5 Ditches and Dikes システムの詳細

表 7 Ditches and Dikes システムの進展状況と乾季かんがい面積の計画

	Ditches and Dikes system		Second crops irrigation	
	area/year ha	accumulated ha	area/year ha	accumulated ha
1961-63	105,600	105,600		
1964	96,000	201,600		
1965	160,000	361,600		40,000
1966	160,000	521,600	16,000	56,000
1967	160,000	681,600	16,000	72,000
1968	118,400	800,000	16,000	88,000
1969			16,000	104,000
1970			16,000	120,000
1971			28,000	148,000
1972			24,000	172,000
1973			24,000	196,000
1974			24,000	220,000
Total		800,000 ha		220,000 ha

出所：John Boonlu, Chief, Ditches and Dikes Project, RID と
Peter Kung, FAO technical expert とに聞いた数字にもとづく。

よる厳密な水管理が必要であるとともに圃場のウネたて整地などの整備が必要である。

また ditches and dikes システムの大きな欠陥の一つは農道計画が欠けていることである。乾季作に道路は不可欠であり、今後 feeder road 計画とは別途に農道（とくに耕作道）の整備が進められなければならないであろう。

水田 かんがい、畑地 かんがいの双方にとって人工的に水利用をコントロールするために Ditches and Dikes システムはその前提条件となるものであってタイのかんがい史上画期的な重要なものであるが、今後改良、合理化の余地が大いにあると思われる。

2. 下流部地域のかんがい排水—輪中とクリークによるかんがい排水方式について—

Bangkok 平原下流域の農業景観は一口に言って低い輪中堤によって囲まれた農地とクリークによるかんがい排水である。このような低平地では輪中方式によって比較的小規模な単位で個々に雨季の水をコントロールするのがすぐれたゆき方であろう。乾季にはクリークに貯留されている水（水はほとんど停滞しておりクリークは一種の貯水池と考えることができる）を利用することは簡単であるし、運河、クリークは重要な交通路でもある。運河を掘削した土は不完全ながらも輪中堤となり、堤上は人々の住居地として供される。輪中とクリークによる水利用方式は自然環境にうまく適合した方式であると同時に、この地域の開発経緯からみてこの方法以外にやり方はなかったのではないかと考えられる。

次にこの地域のかんがい排水方法の例を挙げてみよう。

1) West Bank Tract の輪中

Bangkok の北西に広がる約 13万ha の低平地でいずれも100年近い歴史をもつ運河、クリークと輪中堤によって区画された水田地帯である。¹⁰⁾ 一つの輪中の面積規模は数 ha～数十 ha とさまざまであり、大きい団地になると輪中という実感はない。

水稲作のパターンをみると表 8 のとおりで、上流域のそれとは異なっていることがわかる。これは水のコントロールの比較的容易な乾季水稲作が広く行なわれているためで、乾季作は二期作というよりは一期作の性格をもつものと考えてよかろう。乾季のかんがいは多くの場合クリークからポンプ揚水（竜骨車ポンプがほとんどである）して行なっている。今後効率の高いポンプが普及するにつれて乾季水稲作はますます伸びてゆくであろう。

2) Rangsit 地区の輪中

Rangsit 地区のうち、交通の至便なところでは輪中方式によるかんがい排水を基礎に通年果樹作が行なわれている。かんがい方法は図 6 に示したとおりである。クリークから揚水し、用排兼用の小水路に通水してかんがいをする。ウネ幅は 5 m 程度もあり、重粘土壤であるため透水性が低いので、小水路にエンジン、ポンプ付きのボートを通してホース散水かんがいをするのが一般である。¹¹⁾ ここでは雨季には竜骨車ポンプを逆回転させて排水を行なうというのがこれは不完全なものであろう。

表 8 West Bank Tract における土地利用

Dry season			
Short life rice*	early season rice	48,000ha	
Field crops		3,680	
Orchard	banana, orange, etc.	9,120	
			60,800 ha
Wet season			
Wet season rice			
Upper region	transplanted	60,080	
	broadcasting	1,890	
Lower region	transplanted	28,670	
	broadcasting	74,040	
Orchard		9,120	
			173,800 ha

* 輪番かんがいを実施している。

出所：ききとり調査による。

注：ここでの West Bank Tract とは Greater Chao Phraya Project の工事区である West Bank Tract より若干広い地域であり、下流部の Bang Yang 地域の一部を含む。

- 10) 主な運河は Nakhon Chaisi と Chao Phraya 河を結ぶ北から、Bang Yeehon, Phraya Banlue, Phra Phimol, Ban Yai, Maha Saward, Phasi Charern の諸 canal, 南北に北から Yan Poon Nua, Sarn, Phra Udorn, Thawee Watana である。

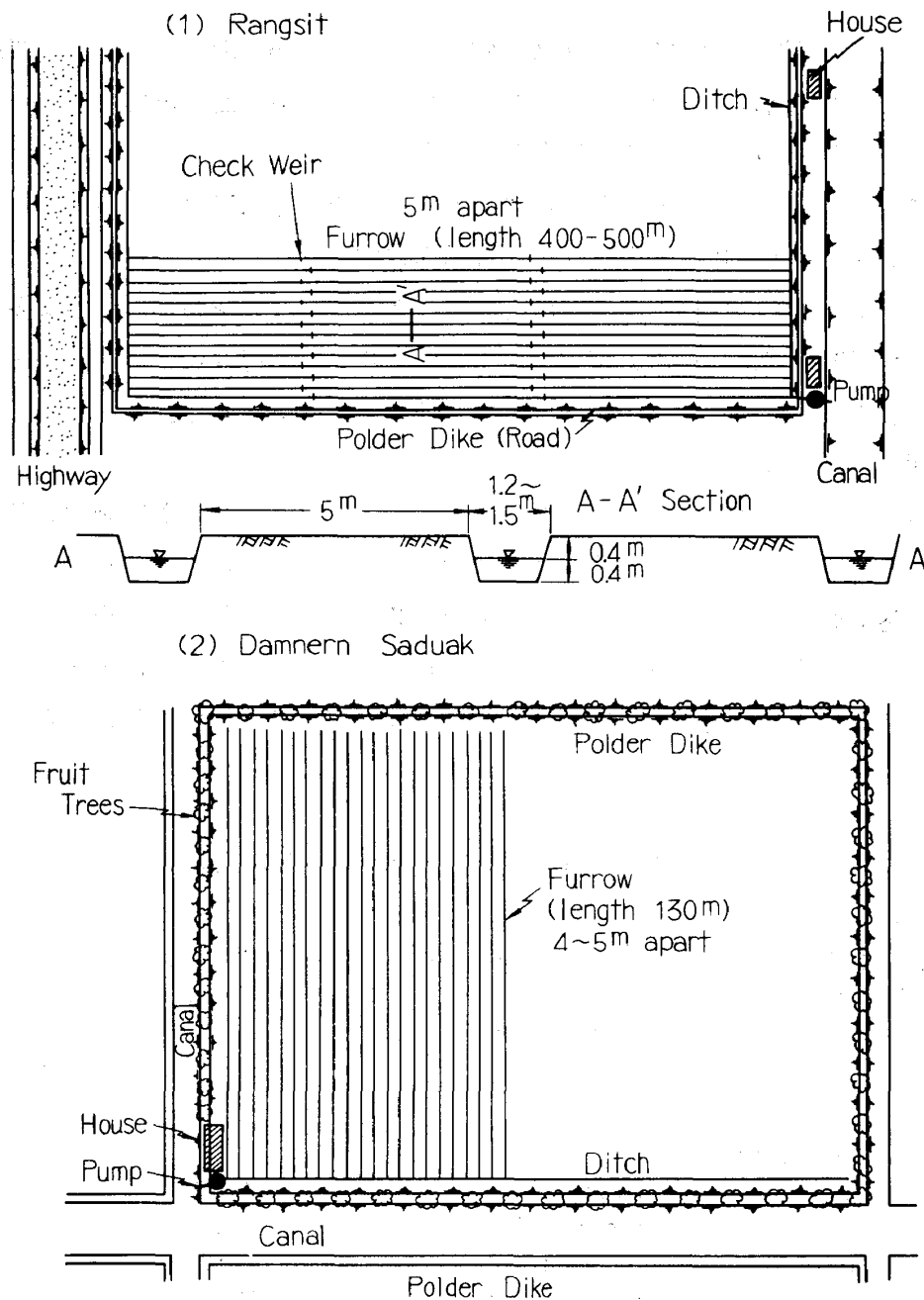


図6 輪中一クリークによるかんがい排水方式（輪中内部の見取図）

- 11) 小用排水兼用水路の上幅 1.2~1.5m, 深さ 0.7~0.8m, 水深 0.4~0.5m の台形断面で長さは 500~600m。適当な間隔に簡単な木製のセキをもうけて水深を保ち、この水路にボートにつんだ灯油エンジンつき可搬式ポンプを移動させつつ両側のウネ（幅 5~6m）にホースかんがいする。このポンプは薬剤、肥料散布のためにも兼用することができる。この地区の果樹園芸農家はたいていこのようなかんがい施設、設備を持っていると聞いた。ボート式かん水装置のコストは54,000円ぐらい、かんがい排水に要する年間の経費は 1,800円/ha 程度であるという（ききとり調査による）。

3) Damnern Saduak 運河沿いの輪中

Maeklong と Nakhon Chaisi 河を結ぶ Damnern Saduak 運河沿いの低地にも輪中とクリークによる水利用形態がみられる。この運河網の建設は約70年前、中国人の賃金労働者をつかって行なわれた。運河は樹枝状に発達し、main, submain, lateral, small canal の3～4段階に分かれている。これらは乾季畑作の用水源であるとともに、当然交通の要路でもある。人家は運河に沿って堤上に列状集落を形づくっており、人家の裏はすぐに畑あるいは水田である。main, submain canal に沿ってマーケットが発達し、フローティング・マーケットもにぎわっている。

この地域約 6,400ha は華僑による乾季の集約的な蔬菜栽培の中心地になっている。作目は蔬菜、豆類、トウガラシ、タマネギ、サトイモやバナナなどの果実類が主なものである。農民のうち90%近くは小作人ということであるが、彼らの中には農夫をやとって農事に従事させているものもある（農夫の賃金は1日15～18バーツ）。輪中規模とかんがい排水の方法は一般に図6にみられるとおりであり、Rangsit 地区におけるものよりも規模が小さくほとんど 10ha 以内で、堤防は高くてしっかりしており 2 m 以上のところが多い。しかし雨季の湛水深の深いこの地域では雨季には輪中方式をもってしても畑作は不可能となる。

IV 二期作水稻と畑作の進展について

1. Bangkok 平原の二期作水稻と畑作の現況

前章で触れたように乾季のかんがいのための基礎条件が整えられつつあり、水利条件のよい地域ではここ数年来二期作水稻および一般の畑作物栽培が急速に伸びてきた。これに関する最近の統計をあげると表9のとおりである。また乾季作振興10カ年計画における1965年以後の計画作付面積は前掲表7の右欄に示したとおりである。

以上の統計からすれば¹²⁾、1965、1966年度の目標達成率は全体としてそれぞれ 81.5、86.1%

表9 最近の乾季作面積

	1964 actual	target	1965 actual	% to target	target	1966 actual	% to target	1967 target
	ha	ha	ha	%	ha	ha	%	ha
Dry crop of the rice	3,670	11,900	7,680	64.5	14,900	10,480	70.3	17,880
Second rice	4,330	8,000	3,560	44.5	16,000	6,120	38.2	24,000
Vegetables	3,310	8,930	4,210	47.1	11,060	6,030	54.5	13,280
Sugar cane	3,590	5,120	4,470	87.3	6,540	4,820	73.7	7,840
Fruits	12,020	5,950	12,700	43.3	7,500	20,750	276.7	9,000
Total	26,910	39,900	32,610	81.5	56,000	48,190	86.1	72,000

出所：Peter Kung, Prospect on promoting second crop in the Greater Chao Phraya Project area (Bangkok: RID 1966), mimeograph.

12) 栽培実施面積の統計は厳密ではないと思われる。

に達し、とくに果樹栽培は目標の2～3倍に伸びてきていることがわかる。半面、二期作水稻は政府が奨励策をとっているにもかかわらず目標の44.5, 38.2%にとどまっている。

次に各地区別の進展状況をみると表10のとおりである。¹³⁾

Bangkok 平原の畑作地帯は全体として下流域のとくに Bang Yang, West Bank 地区に偏在していることがわかる。この2地区で二期作水稻¹⁴⁾、蔬菜、果実については Bangkok 平原全生産量の大半を生産している。この理由として、主要な市場 Bangkok への交通(輸送)の至便なことがあげられるが、一つには輪中—クリーク—揚水かんがいという方式が乾季の水利用としてもっとも容易でかつ合理的であることがあげられるであろう。一方、一般畑作物(dry crops)やサトウキビの主産地は上流域にある。これらの作物は果樹、蔬菜ほどには輸送が困難でなく、上流域の土壌がやや砂質で下流域の重粘土壌よりも畑作に適しているからである。ここに注意すべきは、上流域でも例えば Samchook, Chongkae, Kok Kathiem, Chanasutr, Maharaj 地区にかなりの面積の畑作団地の存在がうかがわれるのであるが、これらの地域にはかなり以前から people irrigation 単位のかんがい組織があったとか、Samchook 地区のように戦前にいちやくかんがい排水施設の整備が進められていたところがあったことである。このようなことから1965年現在では Ditches and Dikes Project の効果は未だ畑作に対しては発揮されていないと言えるであろう。

2. 乾季の利用可能水量と畑地かんがい進展の問題点について

乾季作振興10カ年計画に伴って乾季のかんがい面積が次第に増加してくると、かんがい方式、方法に関する技術的な解決が必要になってくるとともに、新たに乾季作のための水源開発をはからねばならないという問題が生じてくる。そこで Bhumiphol ダム貯留水を含めた現況乾季利用可能水量と乾季全必要水量の water balance について簡単に検討してみたい。

いま Chainat 地点における水収支を考えると次式が成り立つ。

$$C_1 - (Y_1 - L_1) = C_{WYN} \quad (1)$$

$$R_t - (C_{WYN} + C_s) = Y_2 - L_2 \quad (2)$$

ここに、

C_1 : Chainat 地点における未調整流量

C_{WYN} : Chainat 地点における Wang, Yom, Nan 河、および Ping 河下流域からの流入量

C_s : Pasak 河からの流入量

Y_1 : Bhumiphol ダムの放流量

Y_2 : Chainat 頭首工における必要水量をまかなうのに必要な Bhumiphol ダムの放流量

13) 表9と表10の統計値に若干のくいちがいが見られるが、この程度の誤差はやむを得ないであろう。

14) West Bank Tract の二期作水稻の一期作的性格をもっていることはすでに述べた。

表 10 乾季作の地区別面積 (1965)

Projects and Sub-Projects	Second crop- Dry crop		Sugar cane		Fruit		Vegetable		Second rice		Total	
	Goal	Actual %	Goal	Actual %	Goal	Actual %	Goal	Actual %	Goal	Actual %	Goal	Actual %
I. Northern Region												
<i>Suphan River</i>												
Makamdiao	1,026	97	9	—	—	—	20	—	48	33	68	41.6
Thabote	1,026	24	2	—	—	—	9	—	48	48	100	7.9
Samchook	1,274	187	15	2,149	2,696	125	—	16	160	14	9	87.3
Phophraya	1,174	280	24	—	76	—	98	—	160	99	61.7	50.9
Sub-total	4,500	588	13	2,149	2,791	130	—	143	416	194	46.5	61.4
<i>Noi River</i>												
Boromdhat	1,459	528	36.2	1,541	104	6.7	—	57	864	48	5	19.1
Chanasutr	917	156	17	1,253	1,038	82	—	35	960	35	3.6	51.9
Yangmanee	750	179	23.8	—	—	—	—	231	960	—	—	23.9
Sub-total	3,126	863	27.6	2,794	1,142	40.9	—	323	2,784	83	3	31.9
<i>Chainat—Pasak</i>												
Manorom	874	121	13.8	—	1	—	—	31	960	62	6	11.6
Chongkae	842	55	6.5	—	—	—	—	15	960	487	50.7	31.1
Kok Kathiem	731	1,355	185.3	—	5	—	—	199	960	405	42	116.0
Reong Rang	731	1,883	257.5	—	—	—	—	49	960	—	—	114.2
Sub-total	3,178	3,414	107.4	—	6	—	—	294	3,840	954	24.8	66.5
<i>Chainat—Ayutthaya</i>												
Maharaj	1,101	808	73.4	178	512	288	—	935	960	—	—	100.7
Northern Region total	11,905	5,673	47.6	5,121	4,451	86.9	—	1695	8,000	1,231	15.4	56.1
II. Southern Region												
South Rangsit	—	208	—	—	9	—	907	455	50.1	3,872	38	16.7
Bang Yang	—	1,893	—	—	6	—	1,234	18,290	482.6	1,184	7,037	1137
West Bank	—	1,546	—	—	5	—	3,811	7,515	196.9	3,872	1,749	165.8
Southern Region total	—	3,347	—	—	20	—	5,952	26,260	441.2	8,928	8,824	271.9
Grand total	11,905	9,020	75.8	5,121	4,471	87.3	5,952	27,250	457.8	8,928	10,519	136.6

出所：Peter Kung, First year on second crop and perennial crop irrigation in the Greater Chao Phraya Project area (Bangkok : RID, 1966), mimeograph. にもとづいて作成したもの。

R_t : Chainat 頭首工における全必要水量(舟航と除塩のための放流量 $150\text{m}^3/\text{sec}=400\text{ M.C.M.}$ /month を含む)

L_1, L_2 : Y_1, Y_2 に伴う導水中の損失量

なお月単位の水収支を考えることとし、流量単位は M.C.M./month (million cubic meters/month) とする。

(1), (2)式から Y_2 を求めると,

$$Y_2 = R_t - (C_1 + C_s - Y_1) + (L_2 - L_1) \quad (3)$$

$L_2 - L_1 \div 0$ とみなせるから,

$$Y_2 = R_t - (C_1 + C_s - Y_1) \quad (4)$$

となる。

また、Bhumiphol ダムの放流操作を中心に、 R_t に対する過不足量を求めるには次式(5)を適用することができる。

$$(C_1 + C_s) + (Y_2 - Y_1) - R_t = \text{Excess or Deficit} \quad (5)$$

この式を適用して1964~74年にわたる10年間の水収支を計算したのが表13である (RID の Hydrology Section による試算)。計算の順序としてはまず(4)式によって Y_2 を計算し、その Y_2 を (5)式に代入して *Excess or Deficit* を求めたものである。

表 11 1965~1974年の作付計画(目標)

	Southern Region	Northern Region	Total
	ha	ha	ha
(Single cropping)			
Transplanted rice	187,700	320,600	508,300
Broadcasting rice	320,000	176,000	496,000
Sub-total	507,000	496,600	1,004,300
(Perrenial crop)			
Sugar cane	—	22,900	22,900
Fruit	19,700	6,600	26,300
Sub-total	19,700	29,500	49,200
(Double cropping)			
Rice-Rice	—	80,000	80,000
Dry crop A-Rice	—	38,700	38,700
Dry crop A-Dry crop B	—	13,500	13,500
Vegetable	32,000	6,700	38,700
Sub-total	32,000	138,900	170,900
Grand total	559,400	665,000	1,224,400

出所: RID, *Supplementary report Nan River feasibility report* (Bangkok: RID, 1965).

Fruit: coconut, Mango, Banana, etc.

Dry crop A: Maize, Groundnut, Soybean, Mung-bean, Sesame, Sorghum.

Dry crop B: Maize, Sesame, Groundnut, Jute.

Vegetable: Onion, Chilli, Chinese cabbage, etc.

表 12 Chao Phraya 計画における用水量

Wet season paddy					
Growing period		180 days			
Water requirements		1,828 mm (10.2mm/day)			
Effective rainfall		1,050			
Conveyance loss		800			
Gross water requirements		1,578 mm/180 days			
Dry crops					
Month	Farm delivery without rain (Df)	Effective rainfall (Re)	Farm efficiency (Ef)	Canal efficiency (Ec)	Gross irrigation requirements (Ig)
January	80mm	4.0 mm	80%	75%	100 mm
February	80	16.1	80	75	80
March	100	20.2	80	75	100
April	100	61.0	80	75	40

R_t は雨季水稲作に対する必要供給水量（必要水量から有効雨量を差し引いたもの）および乾季の二期作水稲と畑作物への必要供給水量，それに舟航，除塩を目的とする Chainat 頭首工からの $150\text{m}^3/\text{sec}$ ($=400 \text{ M.C.M./month}$) の和である。乾季かんがい必要水量算出の基礎として 1964～74年の二期作水稲および畑作物栽培面積を表11のように，各作物の用水量を表12のように計画しているのであるが，これらに対するかんがい必要水量の算出過程は膨大な計算となるのでここでは省略する。

発電計画については Bhumiphol ダムに 8 基据えられる予定の発電機が1972年からフル運転を始めることにし，それまでは現在 2 基のところを毎年 1 基ずつ増設してゆく計画をたてている。 Y_1 はこの発電計画によって大きく規制される。雨季の洪水調節のために雨季の始まる直前 4～6 月にダム貯留水のある程度放流しておく必要があるが，この水量もこの水収支計算には考慮してある。

なお，わが国ではある流域の水収支計算には適当な確率水文年をとって 1 年間収支で完結させることもできるが，Chao Phraya 水系のように長大で流域面積が大きくしかも 122億m^3 という容量をもつ Bhumiphol ダムがあるときに 1 年間だけの収支は無意味で，少なくとも 10 年間を通じた収支計算が必要である。この計算においても 10 年をとっている。ただし，それぞれの計算年次に対応させる水文年として 1952～64 年（1957，58 年を除く）を順にとっているにすぎない。これは確率計算をすることができる年数の水文資料が整っていないからでやむを得ぬものと思われる。1952～64 年の Bhumiphol ダム地点への年間流入量は表13のとおりであって，1957，58 年は異常な旱魃年であったことがわかる。

さて，水収支計算結果から，Bangkok 平原の乾季のかんがい用水に不足をきたすようになるのは 1970 年以降であることが分かる。すなわちこの年以後はかんがい計画，発電計画が予定

どおりに進展すると現在の河川流量と Bhumiphol ダムの操作だけによって必要水量をまかないきれないという事態が生じる。たとえば1971年1月から7月までの各月の不足水量はそれぞれ 48 M. C. M. (=18m³/sec), 217 (81), 142 (59), 556 (208), 623 (240), 315 (118), 212 (82) である。そこで、この不足水量を現在建設準備中の Nan 河の Phasom ダム貯留水によってカバーしようという計画が進められている。

Phasom ダムを軸とする Nan River Projectは Nakhon Sawan 以北の Nan

河流域の広大な水田地帯のかんがい(受益面積 368,000 ha)を主目的とするが、洪水調節とともに乾季の河川流量を調節できることにより Bangkok 平原も大きい利益を受けるものと期待されている。¹⁵⁾ しかし、問題はいくら建設を急いでも Phasom ダムの完工は1973年以後になるということであって、その場合 1970, 71, 72年の乾季の水量不足にどう対処するかである。

RID の Hydrology Section の試算によると以上のような結論に至るのであるが、水収支計算を行なう上での問題点を筆者らの気づいた範囲内で指摘すると、

(1) *R_r* 算定に関する要素の一つであるかんがい効率、すなわち水路損失、分水誤差、管理用水、圃場内でのかんがい効率などを含む純用水量と粗用水量との差等に関する総合的な試験・研究がなく、いくら水量でどれだけの面積にかんがいできるのか、その関係のつかみかたが大ざっぱである。どこか地形・土壌・かんがい方法別にモデル試験地区をつくって現状の水利用の効率を知るための試験を行ない、効率の高いかんがい方式、方法を開発するべきではなかろうか。水の有効利用をはかることにより乾季の水源水量不足は大幅に緩和されるであろう。

(2) 今進められている Bangkok 平原の排水10年計画と関連して用水の反覆利用の実態を研究すべきである。デルタ低平地では反覆利用の機会是非常に多いのではないかと思われる。これに関しては Hydrology Section で主な河川と幹線用水路の水位、流量の日データを集めているので、反覆利用率の概定は可能であろう。

15) Nan River Project については次の二つの文献がある。RID, *Supplementary report Nan River feasibility report* (Bangkok: RID, 1965) および Peter Kung, *Agriculture in the Nan River Project area (or the Upper Delta area)* (Bangkok: RID, 1967), mimeograph.

表 13 Bhumiphol ダム地点における年間流入量

Climatic years	Corresponding future years	Annual inflow (M. C. M.)
1952	1965	6.562
1953	1966	8.767
1954	1967	4.787
1955	1968	5.478
1956	1969	7.246
1957	—	3.807
1958	—	3.186
1959	1970	6.730
1960	1971	5.508
1961	1972	5.582
1962	1973	6.119
1963	1974	7.298

出所: RID, *Supplementary report Nan River feasibility report* (Bangkok: RID, 1965).

表 14 Chainat 地点における水収支計算表

Year	Month	C ₁	S	C ₁ +S	Y ₂	Y ₁	Y ₂ -Y ₁	C ₂	Rt	+ Excess - Deficit
1964	Jan	509	86	595	180	128	- 52	647	45	+602
	Feb	287	73	351	182	73	+109	460	414	+16
	Mar	187	75	262	245	38	+207	469	469	—
	Annual	974	234	1,208	607	239	+368	1,576	928	618
1965	Apr	293	34	327	529	93	+436	768	768	—
	May	223	17	240	1,149	94	+1,055	1,295	1,295	—
	Jun	529	26	555	1,196	205	+991	1,546	1,546	—
	Jul	1,143	47	1,190	315	243	+72	1,262	1,262	—
	Aug	3,483	159	3,642	242	709	-467	3,175	1,106	+2,069
	Sept	7,099	534	7,633	235	2,197	-1,962	5,671	1,266	+4,405
	Oct	7,425	580	8,003	225	1,407	-1,182	6,823	1,127	+5,696
	Nov	6,220	231	6,451	220	657	-437	6,014	820	+5,194
	Dec	1,284	70	1,354	219	354	-135	1,219	494	+725
	Jan	708	57	765	720	201	+519	1,284	447	+837
	Feb	367	47	414	720	167	+553	967	414	+553
	Mar	362	52	414	720	85	+635	1,049	469	+580
	Annual	29,136	1,854	30,990	6,490	6,412	+78	31,068	11,009	20,059
1966	Apr	181	30	211	820	59	+761	972	534	+438
	May	630	60	690	820	262	+558	1,248	598	+650
	Jun	1,475	68	1,543	770	527	+243	1,786	1,249	+537
	Jul	1,962	223	2,185	860	285	+575	2,760	672	+2,088
	Aug	4,187	209	4,396	278	1,687	-1,409	2,987	794	+2,193
	Sept	6,586	415	7,001	268	2,026	-1,758	3,243	661	+4,582
	Oct	9,186	403	9,589	256	1,442	-1,186	8,403	730	+7,673
	Nov	6,080	129	6,209	252	987	-735	5,474	517	+4,957
	Dec	1,490	75	1,565	286	527	-241	1,324	494	+830
	Jan	507	56	563	250	263	-13	550	469	+81
	Feb	524	36	560	250	115	+135	695	470	+225
	Mar	378	45	423	250	137	+113	536	496	+40
	Annual	33,186	1,749	34,935	5,360	8,317	-2,957	31,978	7,684	24,294
1967	Apr	158	30	188	661	61	+600	788	788	—
	May	517	26	543	1,001	460	+541	1,084	1,084	—
	Jun	1,060	82	1,142	437	394	+43	1,185	1,185	—
	Jul	628	36	664	740	177	+563	1,227	1,227	—
	Aug	1,495	62	1,557	244	347	-103	1,454	962	+492
	Sept	4,347	404	4,751	241	1,062	-821	3,930	956	+2,974
	Oct	8,233	1,146	9,379	236	1,437	-1,201	8,170	2,310	+5,868
	Nov	2,560	119	2,679	234	318	-84	2,595	907	+1,688
	Dec	534	38	572	234	214	+20	592	566	+26
	Jan	521	30	551	235	86	+149	700	488	+212

表14 (つづき)

Year	Month	C ₁	S	C ₁ +S	Y ₂	Y ₁	Y ₂ -Y ₁	C ₂	Rt	+Excess -Deficit
1967	Feb	702	20	722	700	34	+666	1,388	524	+864
	Mar	193	20	213	452	47	+405	618	618	—
	Annual	20,948	2,013	22,961	5,415	4,637	+778	23,739	11,615	12,124
1968	Apr	161	18	179	587	58	+529	708	708	—
	May	423	28	451	844	163	+681	1,132	1,132	—
	Jun	1,575	51	1,626	353	580	-227	1,399	1,170	+329
	Jul	1,498	52	1,550	352	356	-4	1,546	1,137	+409
	Aug	3,340	54	3,394	349	927	-578	2,816	1,317	+499
	Sept	6,731	377	7,108	340	1,571	-1,231	5,877	964	+4,913
	Oct	7,186	302	7,488	334	823	-489	6,999	2,109	+4,890
	Nov	1,776	46	1,822	332	456	-124	1,698	840	+858
	Dec	620	37	657	332	205	+127	784	602	+182
	Jan	226	33	259	372	128	+244	503	503	—
	Feb	128	28	156	827	73	+754	910	510	+400
	Mar	155	24	176	802	38	+754	943	543	+400
	Annual	23,819	1,050	24,869	5,824	5,378	+446	25,315	11,535	13,780
1969	Apr	156	19	175	991	62	+929	1,104	704	+400
	May	849	31	880	817	352	+465	1,345	945	+400
	Jun	1,028	86	1,114	501	214	+287	1,401	1,054	+347
	Jul	2,093	238	2,331	403	379	+24	2,355	1,123	+1,232
	Aug	4,709	427	5,136	398	1,288	-890	4,246	1,142	+3,104
	Sept	6,790	864	7,654	379	2,748	-2,369	5,285	973	+4,312
	Oct	7,478	932	8,410	365	1,115	-750	7,660	1,526	+6,134
	Nov	2,147	67	2,214	362	434	-72	2,142	817	+1,325
	Dec	630	34	664	362	269	+93	757	635	+122
	Jan	330	19	349	362	159	+203	552	510	+42
	Feb	295	17	312	368	79	+289	601	581	+20
	Mar	174	48	217	370	47	+323	540	523	+17
	Annual	26,679	2,777	29,456	5,678	7,146	-1,468	27,988	10,533	17,455
1970	Apr	57	16	73	894	19	+875	948	948	—
	May	127	17	144	922	63	+859	1,003	1,003	—
	Jun	650	28	678	1,354	243	+1,111	1,789	1,789	—
	Jul	916	68	984	476	325	+151	1,135	1,087	+48
	Aug	3,392	114	3,506	474	806	-332	3,174	1,575	+1,599
	Sept	6,765	400	7,165	458	2,653	-2,195	4,970	984	+3,986
	Oct	7,781	1,078	8,859	437	1,680	-1,243	7,616	1,337	+6,279
	Nov	2,037	52	2,089	432	340	+92	2,181	975	+1,206
	Dec	548	61	609	434	234	+200	809	647	+135
	Jan	163	24	187	436	123	+313	500	548	-48
	Feb	71	7	78	440	102	+338	416	633	-217
	Mar	123	14	137	445	42	+403	540	682	-142

表14 (つづき)

Year	Month	C ₁	S	C ₁ +S	Y ₂	Y ₁	Y ₂ -Y ₁	C ₂	R _t	+ Excess - Deficit
1970	Annual	22,630	1,879	24,509	7,202	6,630	+572	25,081	12,235	12,846
1971	Apr	78	5	83	500	25	+475	558	1,114	-556
	May	204	7	211	505	126	+379	590	1,213	-623
	Jun	490	31	521	510	155	+355	876	1,191	-315
	Jul	835	20	855	515	179	+336	1,191	1,403	-212
	Aug	2,652	51	2,703	515	836	-321	2,382	1,688	+694
	Sept	5,244	164	5,408	509	1,336	-827	4,581	993	+3,588
	Oct	6,200	511	6,711	495	1,568	-1,073	5,638	1,224	+4,414
	Nov	2,371	111	2,482	489	427	+62	2,544	894	+1,650
	Dec	958	23	981	490	511	-21	960	716	+244
	Jan	248	29	277	493	149	+344	621	570	+51
	Feb	176	19	195	498	59	+439	634	658	-24
	Mar	118	7	125	503	37	+466	591	730	-139
	Annual	19,574	978	20,552	5,022	5,408	+614	21,166	12,394	8,772
1972	Apr	135	6	141	655	40	+615	756	758	-2
	May	405	84	489	664	227	+437	926	981	-55
	Jun	1,387	71	1,458	672	359	+313	1,771	1,582	+189
	Jul	1,601	123	1,724	676	552	+124	1,848	1,659	+189
	Aug	3,268	282	3,550	672	1,281	-609	2,941	1,224	+1,717
	Sept	7,001	571	7,572	650	2,462	-1,812	5,760	1,530	+4,230
	Oct	11,345	871	12,216	623	2,203	-1,580	10,636	1,261	+9,375
	Nov	5,583	207	5,790	612	659	-47	5,743	1,061	+4,682
	Dec	1,084	64	1,148	614	369	+245	1,393	758	+635
	Jan	315	35	350	618	231	+387	737	606	+131
	Feb	142	21	163	624	101	+523	686	701	-15
	Mar	139	17	156	632	65	+567	723	788	-65
	Annual	32,405	2,352	34,757	7,712	8,549	-837	33,920	12,909	21,011
1973	Apr	143	3	146	644	44	+600	746	1,081	-335
	May	288	24	312	656	88	+568	880	1,206	-326
	Jun	507	38	545	666	101	+565	1,110	1,556	-446
	Jul	973	384	1,357	675	292	+383	1,740	1,117	+623
	Aug	2,332	101	2,433	680	576	+104	2,537	1,146	+1,391
	Sept	4,927	905	5,832	674	1,475	-801	5,031	915	+4,116
	Oct	9,396	1,887	11,283	650	2,613	-1,963	9,320	1,557	+7,763
	Nov	3,688	185	3,873	632	379	+253	4,126	1,013	+3,113
	Dec	869	73	942	640	284	+356	1,298	806	+492
	Jan	355	66	421	648	143	+505	926	635	+291
	Feb	192	48	240	658	72	+586	826	780	+46
	Mar	119	39	158	668	54	+614	772	864	-92
	Annual	23,789	3,753	27,542	7,891	6,121	+1,770	29,312	12,676	16,636

表14 (つづき)

Year	Month	C ₁	S	C ₁ +S	Y ₂	Y ₁	Y ₂ -Y ₁	C ₂	Rt	+ Excess - Deficit
1974	Apr	130	16	146	684	32	+652	798	1,262	-464
	May	80	7	87	703	25	+678	765	1,624	-859
	Jun	514	6	520	722	156	+566	1,086	1,648	-562
	Jul	1,178	32	1,210	739	330	+409	1,619	1,696	-77
	Aug	5,031	472	5,503	741	1,018	-277	5,226	1,178	+4,048
	Sept	6,092	1,048	7,140	728	1,233	-505	6,635	1,026	+5,609
	Oct	8,324	1,832	10,156	701	1,975	-1,274	8,882	1,293	+7,589
	Nov	6,331	369	6,700	673	1,709	-1,036	5,664	996	+4,668
	Dec	2,263	97	2,360	664	494	+170	2,530	883	+1,697
	Jan	627	87	714	671	232	+439	1,153	660	+493
	Feb	210	110	320	684	59	+625	945	819	+126
	Mar	123	92	215	697	46	+651	866	926	-60
	Annual	30,903	4,168	35,071	8,407	7,309	+1,098	36,169	13,961	22,208

出所: RID, *Supplementary report Nan River feasibility report* (Bangkok: RID, 1965).

(3) 下流域の輪中一クリーク地域ではクリークが用排水兼用水路であると同時に貯水池としての機能をも兼ねそなえていることは前に述べた。この河道貯留特性を解析することは重要な課題である。またこの地域の水の動態は単純な水収支計算などでは解析されるはずはなく、緩流速水路網の広域水収支を計算するには緩流速水路の水理特性に関する研究結果をおりこむことが必要である。

以上指摘したことはタイの関係者にとっては無論、われわれ日本の研究者、技術者にとっても大きな研究課題であろう。

む す び

Bangkok 平原の農業は大きく変貌しつつある。その速さは驚くばかりである。たとえば Greater Chao Phraya 計画のしめくくりとしての Ditches and Dikes Project が完成に近づいていること、その恩恵を受けて雨季水稻作が安定してきつつあるばかりでなく二期作水稻、その他の畑作物のかんがい栽培がいま拡がろうとしていること、乾季作のための耕耘にトラクターが使用されていること、下流域ではポンプ利用による乾季の揚水かんがいが普及してきたこと、ごく小面積ではあるが稲作に施肥が行なわれ始めたこと、薬剤による病虫害防除を行なっている農民のいることなどがあげられてよかろう。さらに、Greater Chao Phraya 計画につづいて Bangkok 平原全域の排水10年計画に着手し、排水路網を建設するための基礎調査が始められ¹⁶⁾、

16) Bangkok 平原全域にわたって月ごとの地下水位を約880点で観測し、地下水等水位線図を作った。地下水の流向などについてもかなり明らかになってきた。これに関する調査は RID の Technical Division で受けもっている。

一部では排水ゲートの工事が全体計画の一環として実施されつつある。¹⁷⁾ また Nan River Project により将来 Chao Phraya 河の洪水調節と乾季流量の調節がよりいっそう確実に行なわれるようになるであろう。現在、タイとくに Bangkok 平原の農業の革命期にあるといっても過言ではあるまい。

無論いくらか問題はある。雨季はおろか乾季においてすら総じて水利用は“粗放”である。というのは農民の立場から言えば水が必要であるから水を引いてきてかんがいするというのではなく、水があるからその水を利用して乾季作を営むということである。支線水路に十分な水がありながらも水路沿いのわずかな細長い地域にしかかんがい農業が行なわれないことがこれを立証しているであろう。政府が乾季のかんがい農業を進展させようとするならば、現在の Ditches and Dikes システムの平面幾何模様を拡げてゆくほかに、必要な水量を必要な時に必要な場所に供給するための諸方策をもっと改良してゆかなければならない。このためには前述のかんがい効率、すなわち水路損失、分水誤差、管理用水、圃場内でのかんがい効率を含む総合的な試験・研究を拡げ深めることがその基礎となる。試験・研究とともに demonstration farm, extension farm ですぐれたかんがい農業を展示することもかんがい農業普及のための近道の一つである。農民が自身でかんがい排水を基礎とするより集約的な農業経営の必要に迫られたとき、それを行なうための技術を未知のものではないと覚悟することがもっとも重要なことと思われるからである。

謝 辞

本報告は1967年3～4月、京都大学東南アジア研究センターからタイ、マレーシアに派遣され、現地調査を行なった結果にもとづくものである。現地調査に際して多くの便宜を与えられたタイ国 NRC, タイ国 RID の Director General, M. L. Jeongjan Kambhu, Charin Atthayodhin, John Boonlu, Boonchov Kanchanalak の諸氏, FAO expert の Peter Kung, Lee Chow, B. D. van't Woudt の諸氏に、また関係官庁との折衝などに心よく援助して下さいった東南アジア研究センター教授石井米雄氏に衷心より感謝の意を表します。

参 考 文 献

Boonlu, John. *Dikes and Ditches in the Greater Chao Phraya Project, Thailand*. Bangkok: RID, 196-.

Chow, Lee, A report on review of irrigation water distribution work in Thailand. Bangkok : FAO/UN, 1966. (mimeograph)

The Council of Regency, Thailand. *Laws concerning irrigation*. Bangkok, 196-.

17) 例えば Lopburi の西郊における排水ゲート。Chainat—Pasak canal と Chainat—Ayutthaya canal の中間の低位部地域に集まる排水を Lopburi 河へ流入させるための水位調整ゲート。

- FAO/UN. *Report of the FAO Mission for Siam*. Washington, 1948.
- 富士岡義一「タイ国のかんがい排水事業と今後の課題」『東南アジア研究』第4巻第2号. 京都：京大東南アジア研究センター, 1966.
- Israelsen, O. W. and J. B. Smith, eds. *Irrigation and drainage practices, progress, and problems in the Philippines, Thailand, and West Pakistan*. Bangkok : SEATO Graduate School of Engineering, 1965.
- Kambhu, M. L. X. *Biennial review of water resources development in Thailand 1962-1964 and national policy in water resources development*. Bangkok : RID, 1964.
- Kung, Peter. Revised cropping pattern and estimated acreage in the Greater Chao Phraya Project area. Bangkok: RID, 1964. (mimeograph)
- _____. First year on second crop and perennial crop irrigation in the Greater Chao Phraya Project area. Bangkok: RID, 1966. (mimeograph)
- _____. Prospect on promoting second crop in the Greater Chao Phraya Project area. Bangkok : RID, 1966. (mimeograph)
- _____. Suggestions concerning water management and irrigation association. Bangkok : RID, 1966. (mimeograph)
- _____. Agriculture in the Nan River Project area (or the Upper Delta area). Bangkok : RID, 1967. (mimeograph)
- Pendleton, R. L. *Thailand, aspects of landscape and life*. New York: Duell, Sloan and Fearce, 1962.
- RID. *The Greater Chao Phraya Project*. Bangkok : RID, 1957.
- _____. *Ditches and Dikes Project, additional information to be included in the Revised Project Report submitted on August 7, 1961*. Bangkok : RID, 1961.
- _____. *Tables showing water resources development in Thailand completed to the end of 1963 and under construction in 1964*. Bangkok : RID, 1964.
- _____. *Supplementary report Nan River feasibility report*. Bangkok : RID, 1965.
- 友杉孝「Chao Phraya デルタのかんがい排水開発の歴史的発展過程」『東南アジア研究』第3巻第4号. 京都：京大東南アジア研究センター, 1966.